





**VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VORSEHEN VON PFAEHLN IM BODEN**

**Patent number:** DE4207420  
**Publication date:** 1992-09-17  
**Inventor:** CAPECE AURELIO (IT); PIERUCCI GUILIO CESARE (IT)  
**Applicant:** SICAPI ITALIANA SPA (IT)  
**Classification:**  
- **International:** E02D3/12; E02D7/28  
- **European:** E02D3/12C  
**Application number:** DE19924207420 19920309  
**Priority number(s):** IT1991RM00161 19910308

**Also published as:**

 GB2253424 (A)  
 FR2673652 (A1)  
 ES2065795 (A2)  
 IT1246612 (B)

**Abstract of DE4207420**

System and machine for creating columns for consolidating in ground by virtue of forced injection of inert elements, which may be of granular nature, mainly sand or fine gravel, and consolidation agents and fluids, by virtue of tubes placed inside a penetration spindle, the lower end of which is used to grind up and loosen the ground, thus preparing it for the formation of the column of dry consolidated ground which is formed as the spindle is withdrawn.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 07 420 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**E 02 D 7/28**  
E 02 D 3/12

②① Aktenzeichen: P 42 07 420:7  
②② Anmeldetag: 9. 3. 92  
④③ Offenlegungstag: 17. 9. 92

DE 42 07 420 A 1

③② Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
08.03.91 IT. 000161 /91

⑦① Anmelder:  
Sicapi Italiana S.p.A., Rom/Roma, IT

⑦④ Vertreter:  
Wagner, K., Dipl.-Ing.; Geyer, U., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:  
Capece, Aurelio; Pierucci, Guilio Cesare,  
Rom/Roma, IT

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Vorsehen von Pfählen im Boden.

⑤⑦ Ein System und eine Einheit zum Verfestigen von Bodensäulen durch forcierte Immission von inerten Elementen, die körnig sein können, hauptsächlich Sand oder feiner Kies, und Verfestigungsmittel und -fluiden unter Verwendung von Rohren, die in der Eindringstange angeordnet sind, dessen unteres Ende zum Zerkleinern und Entfernen des Bodens dient und ihn somit für die Säule aus trockenem verfestigtem Boden vorbereitet, der während des Herausziehens der Stange erhalten wird.

DE 42 07 420 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System zum Erhalten von verfestigten Säulen aus Bodenmaterial sowie auf die Ausrüstung, aus dem ein solches System besteht.

Im Bereich von Verfestigung und Tiefenstabilisierung von instabilen Bodenmaterialien (z. B. Schluff, Silt, Sand, Ton, Torf, Ligniten (Braunkohle), etc.) ist die Technik des Zumischens von chemischen Mitteln, wie beispielsweise Kalzium und Zement zu dem Bodenmaterial bekannt, um eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Bodenmaterials selbst zu erhalten.

Solche Techniken waren den Römern und Chinesen bekannt, die Ton-Schluffe (oder feine Ablagerungen) mit Kalkmischungen stabilisierten und verfestigten. Gegenwärtig gibt es viele Studien und Anwendungen dieser Systeme in Holland, Frankreich, Japan und Italien.

Die derzeit verwendete Technologie sieht die Bildung von tief verfestigten Pfählen oder Säulen vor mittels der folgenden Phasen:

1 — Mechanisches Aufbrechen des Bodenmaterials durch Einführen eines Zerkleinerers/Mixers mit rotierender Schneide oder Schaufel in das Bodenmaterial, und zwar trocken für nicht zusammenhaltendes, loses Bodenmaterial und mit Hilfe von Wasser, um das Eindringen des Aufbrechwerkzeugs in weiche, zusammenhängende Bodenmaterialien zu erleichtern.

Bei einigen Anwendungen wird dieses Aufbrechen erreicht unter Verwendung von Wasser durch Einspritzen von Fluid (Wasser) mit sehr hoher Geschwindigkeit und Druck.

2 — Immission von stabilisierenden chemischen Mitteln in das Bodenmaterial und deren Vermischung mit dem Bodenmaterial.

Die benutzten Anwendungen wurden unter Verwendung verschiedener Technologien umgesetzt, wie beispielsweise:

a) das Zwangszuführen des trockenen chemischen Mittels während des Herausziehens des Zerkleinerungs-Mix-Werkzeugs, wobei die Rotationsrichtung umgekehrt wird (Schwedisches L-C-M-Verfahren), vgl.: ATTI dell'ISTITUTO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONE — Politecnico di Torino, Ing. Marco Bertero, Paolo Marcellino "DEEP STABILISATION" November 1981, Nr. 5, Seite 20.

b) Einführen des trockenen chemischen Mittels durch eine Leitung, die am unteren Ende eines Schneckenförderers vorgesehen ist und sich am obersten Ende des Zerkleinerungs-Mix-Werkzeugs befindet, zum Zuführen und Verteilen des Mittels in dem Bodenmaterial, und durch gleichzeitiges Herausziehen des Werkzeugs bei Umkehr der Rotationsrichtung (japanisches D-L-M-Verfahren); (oben genannte Veröffentlichung) Seite 21.

c) Einführen des chemischen Mittels in einem flüssigen Zustand (Wasser-Zement-Mischung) über eine Leitung, der unteres Ende am oberen Ende des Zerkleinerungs-Mix-Werkzeugs angeordnet ist unter Verwendung eines ähnlichen Verfahrens wie in dem vorhergehenden System von Punkt b) (Japanisches C-M-C-Verfahren) (oben genannte Veröffentlichung) Seite 22.

d) Einführen des chemischen Mittels in einem strömenden Zustand (Wasser-Zement-Gemisch) über eine Leitung, welche axial zu dem Zerkleinerungs-Mix-Werkzeug eingeführt ist, und der Auslaßöffnung entsprechend der Schneide oder Schaufel desselben angeordnet ist, unter Verwendung eines ähnlichen Verfahrens wie in den Systemen, die oben in den Punkten b) und c) beschrieben wurden (Japanisches D.M.C.-Verfahren) (oben genannte Veröffentlichung) Seite 23.

e) Einführen des chemischen Mittels in strömendem Zustand (Wasser-Zement-Gemisch) über eine Hohlwelle, die am unteren Ende des Zerkleinerungs-Mix-Werkzeugs angebracht ist. Die Einführung der Mischung geschieht während der Phase des Einführens und Eindringens des Werkzeugs in das Bodenmaterial oder Terrain, und zwar mittels Druckeinspritzung über Seiten- und Bodenöffnungen, die entsprechend des Werkzeugs angeordnet sind. Das Werkzeug wird dann herausgezogen bei Umkehr der Drehrichtung (Italienisches Verfahren — ELSE) (oben genannte Veröffentlichung, Seite 23).

Die oben genannten Mischtechniken, d. h. das Einführen in das Bodenmaterial unter Verwendung von Trokensystemen mit (Kalk-Zement) Pulvermaterialien oder Feuchtsystemen mit Zementstrom, haben den Nachteil, daß dort, wo dem Bodenmaterial eine Struktur, ein beträchtlicher Anteil von organischen Elementen oder ein Überschuß an Sulfaten fehlt, oder wo es in jedem Fall einen beträchtlichen Grad von Porosität aufweist, der Vorgang der Hydratation des Bindungsmaterials erheblich verzögert werden kann oder gar völlig unwirksam wird.

Um diesen Nachteil zu überwinden, wurde vorgeschlagen, daß Zusätze, wie beispielsweise monogranuläre Siliziumsande, Kalzium- oder Chlorkarbonate oder andere, entweder körnig (granuler) oder fadenförmig, nicht aber pulverförmig, benutzt werden können, um die Wirksamkeit der Behandlung des Bodenmaterials sicherzustellen. Die Vorteile der vorliegenden Erfindung rühren von der Einführung der oben genannten Zusätze her, und zwar mittels der forcierten Immission von körnigen (granularen) oder fadenförmigen Materialien, um eine inerte Struktur in dem behandelten Bodenmaterial zu bilden, um verbesserte mechanische Eigenschaften zu erhalten.

Die Erfindung wird im folgenden in größerer Einzelheit beschrieben mit Hilfe der beigefügten Zeichnungen, die ein Ausführungsbeispiel zeigen. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 schematisch die gesamte Arbeitseinheit zum Verfestigen von Bodenmaterial im allgemeinen;

Fig. 2 einen Teilschnitt der Bodeneindringstange;

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie A-A;

Fig. 4 ein Ende der Bodenmaterialeindringstange während des Entferns derselben;

Fig. 5 eine axiometrische Ansicht von Fig. 4;

Fig. 6 die aufeinanderfolgenden Arbeitsphasen;

Fig. 7 schematisch die Funktion des Vortriebs (der Propulsoren);

Fig. 8 eine Einzelheit des Vortriebs (der Propulsoren) mit dem alternierenden Spiel der Ventile.

In Fig. 1 ist mit 1 der mechanische Arm bezeichnet für die Drehung und das Eindringen der Stange 2 zum Brechen und Zerbröseln des Bodenmaterials. Der mechanische Vorgang des Brechens und Zerbröseln des Boden-

materials wird erreicht durch Einführen eines Werkzeugs 3, das fest an dem unteren Ende der Eindringstange 2 angebracht ist, in das Bodenmaterial. Dieses Werkzeug 3 weist zwei oder mehr Schneiden (Schneidklingen) 4 auf. Das Werkzeug wird durch einen drehenden Schub im Uhrzeigersinn in das Bodenmaterial eingeführt, und zwar entweder trocken oder mit einem Kreislauf von Strömungsmitteln, die durch das Rohr 5 mit der Pumpe 6 zugeführt werden, die die Strömungsmittel von dem Behälter 7 fördert. Die Strömungsmittel (Flüssigkeiten) werden nur zugeführt, wenn die Art des Bodenmaterials dies erfordert.

Die Maße der Schneide des Werkzeugs 3 bestimmen den Durchmesser der zu bildenden Säule (Pfahl) und die Form und Neigung, die geeignet sind, sowohl für das Einführen in das Gelände (Bodenmaterial) mit der geeigneten Vortriebsgeschwindigkeit als auch für das Aufbrechen und Mischen des Bodenmaterials. Die hohle Stange 2 kann im Schnitt polygonal oder zylindrisch sein und ist innen mit rohrförmigen Leitungen ausgestattet, der zentralen Leitung 8 zum Leiten der verfestigenden Materialien und der benachbarten Leitung 9 zum Leiten der Flüssigkeiten für das Befeuchten des die Eindringstange umgebenden Bodenmaterials. Die Strömungsmittel treten aus der Röhre 9 an Punkten 10, 11 in radialer Weise aus. Wenn das Bodenmaterial mechanisch mittels der Stange 2 aufgebrochen worden ist bei forcierter Immission von Sand oder Kies, beginnt die Stange, an die Oberfläche zurückzukehren und während dieser Bewegung entgegen des Uhrzeigersinns wird die forcierte Immission von Zement durch das Rohr 12 bewirkt, die am Punkt 13 mit der zentralen Rohr 8 der hohlen Stange 2 verbunden ist.

Die Immissionssystemausrüstung weist folgendes auf: eine Zuführeinrichtung 14, Silos mit Zement und inertem Material 15, eine Luftglocke 16, einen Trockner 17, eine Kühleinheit 18, einen Kompressor 19, der für den Schub der Propulsoren 23 der Materialien nötig ist, und einen Generator 20. Die verfestigenden Materialien treten über eine oder mehrere Anschlußöffnungen 21 aus.

Je nach Stratifikation (Schichtung) des Bodenmaterials führt die Bedienungsperson Strömungsmittel über Leitung 9 zu für die notwendige Befeuchtung des Bodenmaterials und der verfestigenden Materialien.

Die Verfestigungsmaterialien und eventuell die Strömungsmittel werden in das Bodenmaterial zwangsweise zugeführt über die Öffnungen, die derart angeordnet sind, daß die Materialien sich radial und gleichförmig verteilen, damit das Bodenmaterial kompakt und homogen verfestigt wird. Diese Verfestigung wird als beendet angesehen, wenn die Eindringstange aus dem Bodenmaterial herausgezogen ist, wobei dadurch eine Säule von verfestigtem Bodenmaterial 22 gebildet wird. Das System zum Verfestigen von Bodenmaterial beruht auf der Immission von Sand oder Kies in der Eindringphase im Uhrzeigersinn und auf der Immission von Zement in der Herausziehphase der Eindringstange im Gegenuhrzeigersinn. Daher besteht das gesamte Vortriebssystem (Propulsionssystem) aus zwei Silos, eines für Sand oder Kies und das andere für Zement. Das Material wird abwechselnd von den Silos 24–25 geliefert, und zwar in die Kammer 26 zu dem Einlaß des Schneckenförderers 27, wo eine Zuführeinrichtung 28 die Mengen von Zement und Sand oder Kies überträgt, die an die Propulsoren 29–30 geliefert werden. Diese Propulsoren haben ein oberes Ventil 31, das sich nach unten öffnet unter dem Gewicht des Materials, das zugeführt wird, und ein Scheiben- oder Guillotinenventil 32, das elek-

trisch oder mit einem mechanischen System gesteuert wird. Die Ventile werden abwechselnd betätigt: Wenn der erste Propulsor voll von Material ist, schließt sich das obere Ventil 31 und das Bodenventil 32 öffnet sich und das Material fällt in das Rohr 33, wo es die Druckluft über die hohle Stange 2 in das zu verfestigende Bodenmaterial drückt. Ein Ventil 34 wirkt als ein Dekompressor für jeden Propulsor. Die Bindungsmischung bildet mit dem schon aufgebrochenen Bodenmaterial eine homogene Paste, wobei die Hydratationsvorgänge garantiert sind durch das Wasser, das in dem Bodenmaterial von Natur aus enthalten ist oder das zugeführt wurde während der Phase des Einführens des Werkzeugs zum Aufbrechen des Bodenmaterials, wie oben beschrieben.

Zusammenfassend sieht die Erfindung ein System und eine Einheit zum Verfestigen von Bodensäulen durch forcierte Immission von inerten Elementen vor, die körnig sein können, hauptsächlich Sand oder feiner Kies, und Verfestigungsmittel und -fluiden unter Verwendung von Rohren, die in der Eindringstange angeordnet sind, dessen unteres Ende zum Zerkleinern und Entfernen des Bodens dient und in somit für die Säule aus trockenem verfestigtem Boden vorbereitet, die während des Herausziehens der Stange erhalten wird.

#### Patentansprüche

1. System und Einheit zum Verfestigen von Säulen (Pfählen) von Bodenmaterial durch forcierte Immission von inerten Materialien, die körnig sein können, hauptsächlich Sand oder Kies, und trockenen Verfestigungsmitteln, mit einer Eindringstange (2), die innen Rohre (8) für die forcierte Immission der Verfestigungsbindemittel und ein Rohr (9) zur forcierten Immission von Strömungsmitteln hat, sowie ein integrales Werkzeug (3) am unteren Ende der Stange (2), versehen mit Schneiden zum Entfernen und Aufbrechen des Bodenmaterials und zum Herstellen eines Lochs mit einem Durchmesser, der der Breite des Werkzeugs entspricht, dadurch gekennzeichnet, daß körnige Materialien, im wesentlichen Sand oder Kies, und verfestigende Mittel und Strömungsmittel gemäß der Beschaffenheit des Bodenmaterials über innerhalb der Stange (2) angeordnete Rohre zwangsweise mittels Schubmitteln oder Propulsoren (23) in das Bodenmaterial injiziert (eingespritzt) werden.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stange (2) zum Eindringen in das Bodenmaterial im Schnitt polygonal oder kreisförmig sein kann.
3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneiden des Werkzeugs (3) eine leichte Neigung bezüglich der horizontalen Ebene haben.
4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslässe (21, 10 und 11), durch die die Verfestigungsmaterialien und die Strömungsmittel geleitet werden, radial angeordnet sind, um eine optimale Amalamation (Vermischung) der Verfestigungsmaterialien mit dem Bodenmaterial zu erreichen.
5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vervollständigung und die Verfestigung des Pfahls (Säule) von Bodenmaterial (22) erreicht wird, während der Phase des Zurückziehens der Eindringstange (2).

6. Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

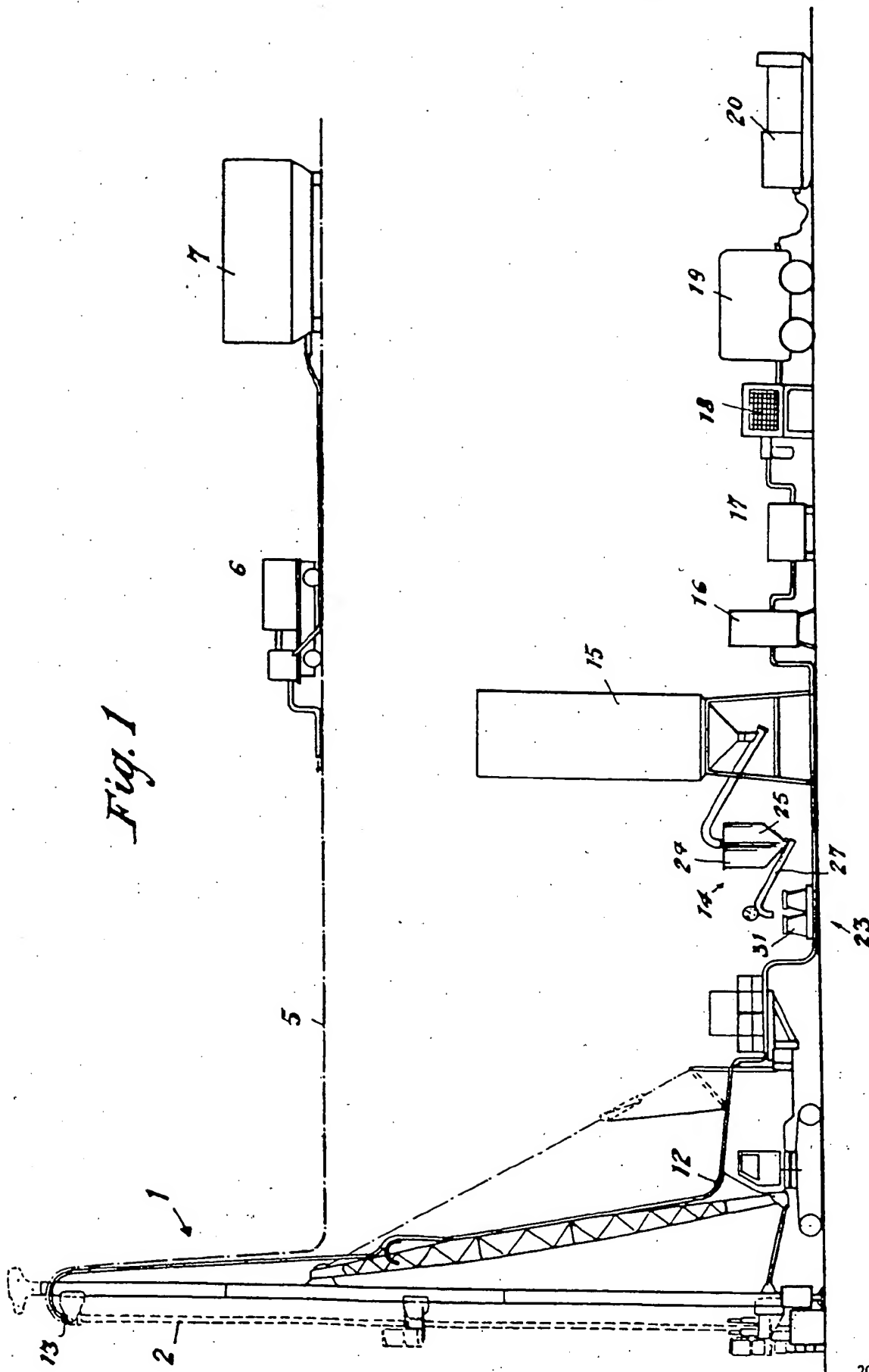
a) Lagerung in dichten Silos der körnigen und/oder fadenförmigen Zusatzmaterialien und der pulverförmigen Bindemittel;

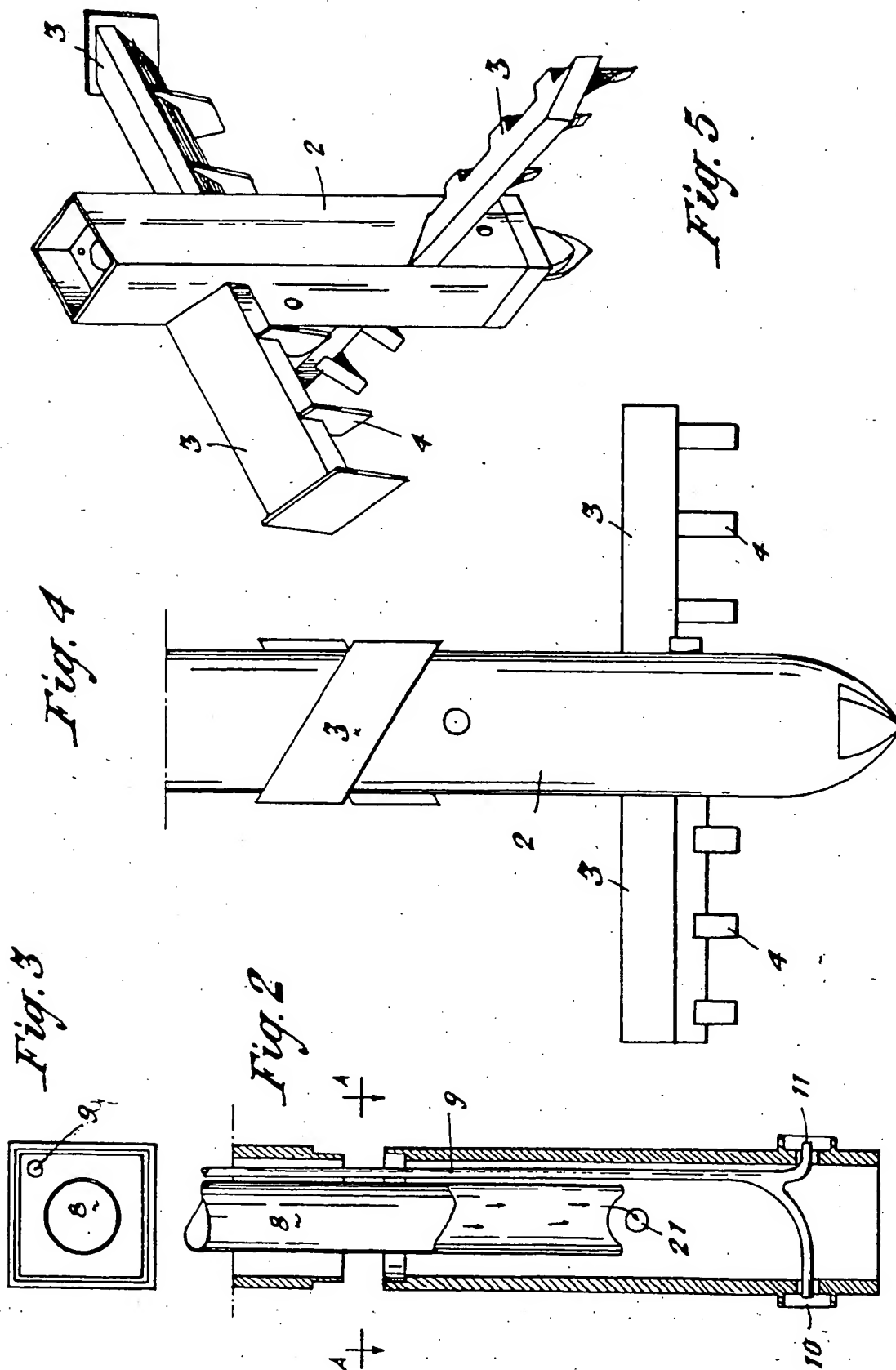
b) Transport der oben genannten Materialien in einer vorbestimmten Menge von Material, die nötig ist, um eine verfestigte Säule zu erhalten, mittels separater Schneckenförderer zu einer Zuführeinrichtung, die ausgestattet ist mit einer Skala und Ausrüstung zum Feststellen und Aufzeichnen der Last und der Dosierungen der körnigen und pulverförmigen Materialien;

c) Transport und Immission mittels Schraubenförderer der inertten körnigen Materialien und Verfestigungsmittel in zylindrische oder kegelstumpfförmige Druckpropulsoren, die mit leckfreien oberen und unteren Ventilen ausgestattet sind, welche elektropneumatisch betätigt werden, und mit Ventilen für die Dekompression des Inneren des Propulsors beim Ausladen des Materials;

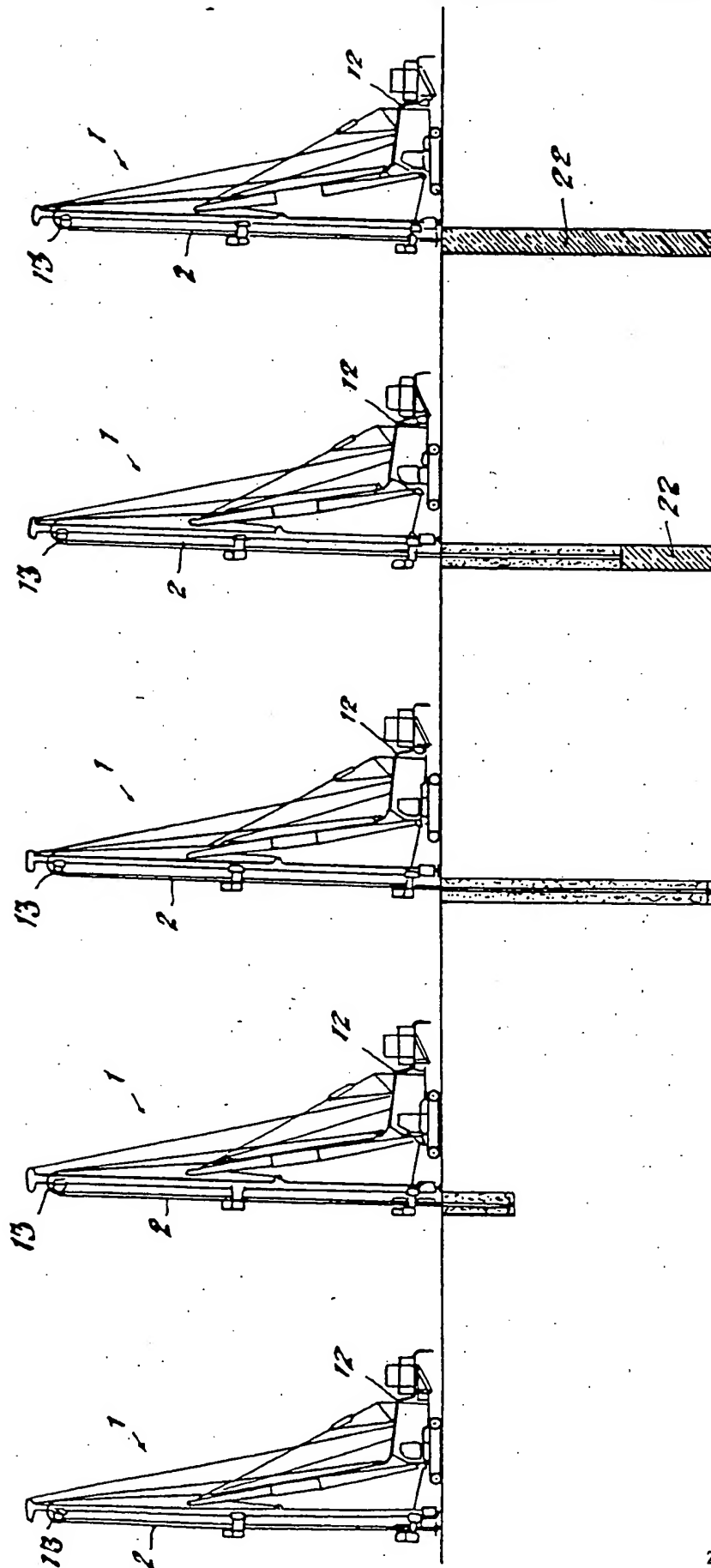
d) Transport der oben genannten Materialien mittels Röhren zu Auslaßöffnungen, die entsprechend des Zerkleinerungs-Mischwerkzeugs angeordnet sind, mittels Druckluft, die für den speziellen Gebrauch gekühlt und getrocknet wurde.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



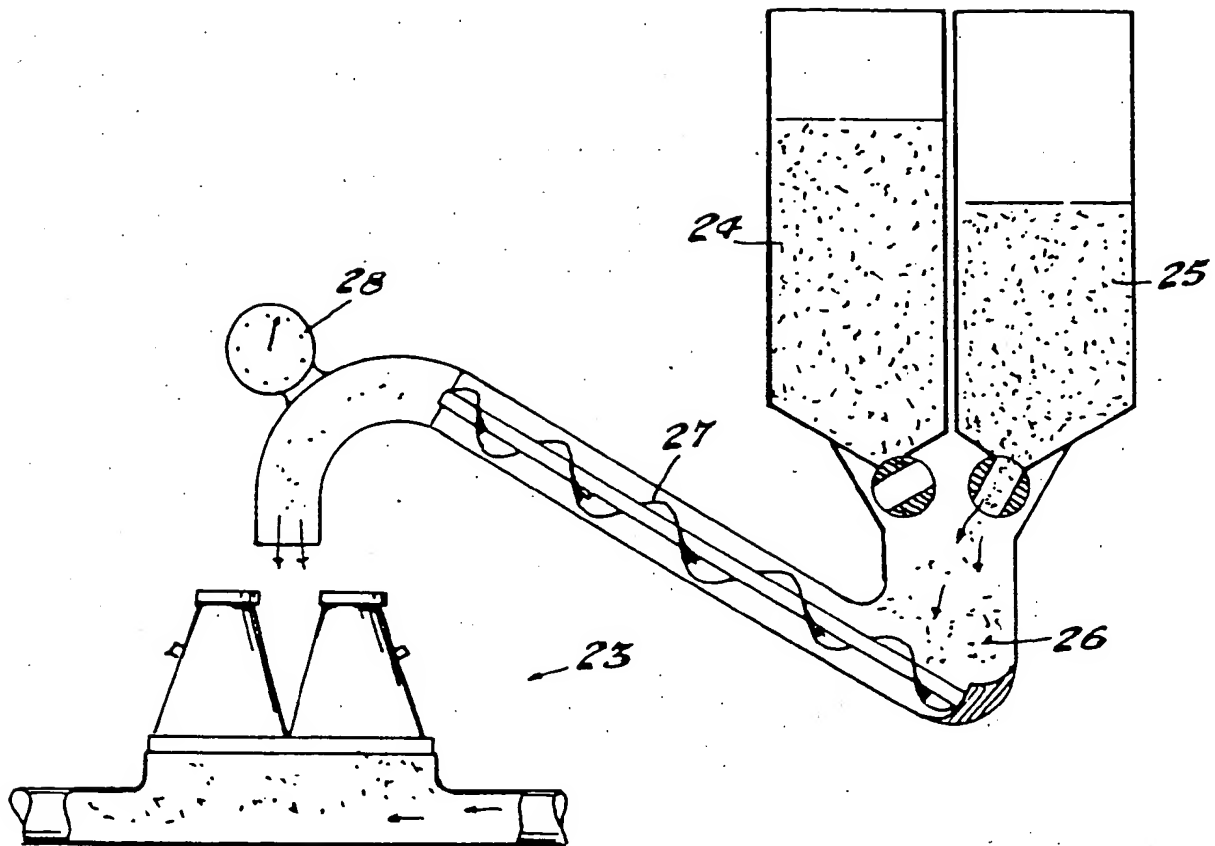


*Fig. 6*

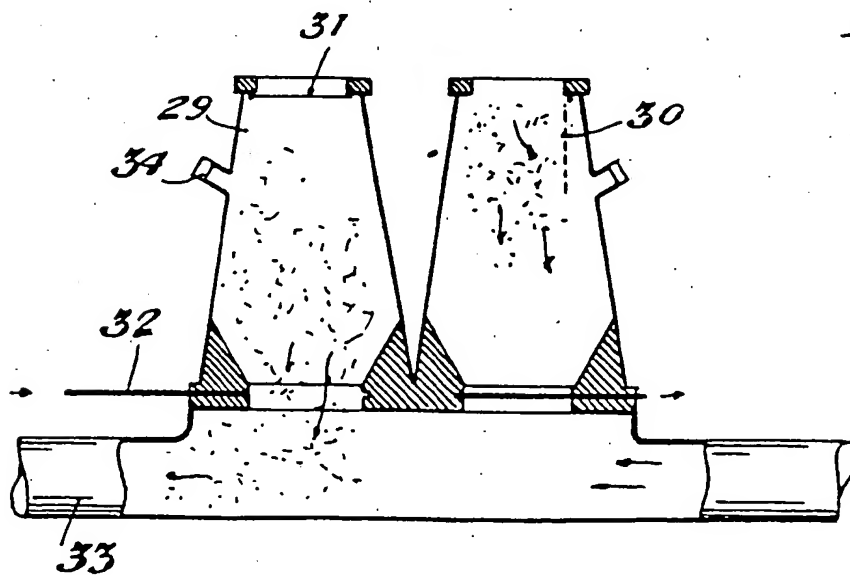




*Fig. 7*



*Fig. 8*



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKewed/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**